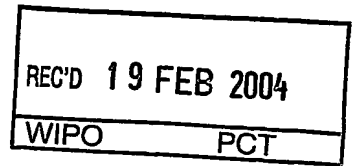


Pat. PCT/PTO. 29 JUN 2005  
03/8081 W O

PCT/JP2004/000799

29.1.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 月 3 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 2 1 4 9 0  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 0 2 1 4 9 0 ]

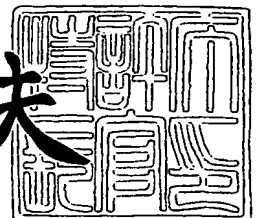
出 願 人  
Applicant(s): ソニー株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290695602

【提出日】 平成15年 1月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/122

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
                                内

    【氏名】 荒木田 孝博

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
                                内

    【氏名】 鈴木 健二

【特許出願人】

    【識別番号】 000002185

    【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100094053

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 014890

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9707389

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路および光送受信モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一端が共通送受信ポートとなり他端が受信ポートとなる、双方向に信号光を導波し得る直線状に伸びた第 1 の導波路と、

前記受信ポート側の前記第 1 の導波路に対し鋭角で一端が結合され他端が送信ポートとなる、前記第 1 の導波路に向けて信号光を導波する第 2 の導波路とを有する光導波路。

【請求項 2】

前記第 1 の導波路は、信号光の複数のモードを導波し得る寸法により形成されている

請求項 1 記載の光導波路。

【請求項 3】

前記第 2 の光導波路は、前記第 1 の導波路に結合される一端部の寸法が、前記第 1 の導波路側ほど小さくなるように形成されている

請求項 1 記載の光導波路。

【請求項 4】

光ファイバ、発光素子および受光素子が光導波路を介して結合された光送受信モジュールであって、

一端が前記光ファイバに結合され他端が前記受光素子に結合される、直線状に伸びた第 1 の導波路と、

前記受光素子に結合される側の前記第 1 の導波路に対し鋭角で一端が結合され、他端が前記発光素子に結合される第 2 の導波路とを有する光送受信モジュール。

【請求項 5】

前記第 1 の導波路は、信号光の複数のモードを導波し得る寸法により形成されている

請求項 4 記載の光送受信モジュール。

**【請求項 6】**

前記第 2 の光導波路は、前記第 1 の導波路に結合される一端部の寸法が、前記第 1 の導波路側ほど小さくなるように形成されている

請求項 4 記載の光送受信モジュール。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光導波路および光送受信モジュールに関し、特に光ファイバと光素子を接続する光導波路および当該光導波路を備えた光送受信モジュールに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

近年、光アクセス系システムに使用される光モジュールの小型化とコスト低減を図るため、光導波路等を使用して送信機能と受信機能とを一体化した光送受信モジュールの適用が主流となりつつある。この背景としてインターネットの爆発的な普及に後押しされた情報伝送容量の拡大への要求がある。光送受信モジュールでは、送信用の発光素子と受信用の受光素子とが一つの光送受信モジュールの中に実装されている。

**【0003】**

従来例の光送受信モジュールでは、光ファイバから送られてきた信号光が Y 分岐導波路で分けられて、受光素子と発光素子のそれぞれに伝送される（特許文献 1、2 参照）。

**【0004】**

あるいは、光ファイバから受信した信号光を波長選択フィルタを介して受光素子だけに送る構成の光送受信モジュールもある（特許文献 3 参照）。

**【0005】****【特許文献 1】**

特開 2000-206349 号公報

**【特許文献 2】**

特開 2002-169043 号公報

【特許文献 3】

特開 2001-133642 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 ないし 2 に記載の光送受信モジュールでは、Y 分岐導波路を用いるため、光ファイバから送られてきた信号光は、1 対 1 の割合で 2 つの分岐導波路のそれぞれに導波されることから、信号光を受信している時は、発光素子にも受信した信号光が導波してきており、同時に信号光を送信することができない。

【0007】

また、特許文献 3 に記載の光送受信モジュールでは、送信と受信とを同時動作を行うことができるが、波長選択フィルタ等の他の光学部品を光送受信モジュールに組み込まなくてはならないため、コストや生産性の面で不利となる。

【0008】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、他の光学部品を用いずに、送信と受信との同時動作を行うことが可能な光導波路および光送受信モジュールを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の光導波路は、一端が共通送受信ポートとなり他端が受信ポートとなる、双方向に信号光を導波し得る直線状に伸びた第 1 の導波路と、前記受信ポート側の前記第 1 の導波路に対し鋭角で一端が結合され他端が送信ポートとなる、前記第 1 の導波路に向けて信号光を導波する第 2 の導波路とを有する。

【0010】

前記第 1 の導波路は、信号光の複数のモードを導波し得る寸法により形成されている。

【0011】

前記第2の光導波路は、前記第1の導波路に結合される一端部の寸法が、前記第1の導波路側ほど小さくなるように形成されている。

#### 【0012】

上記の本発明の光導波路では、共通送受信ポートから入射した信号光は第1の導波路により導波されて受信ポートへ達する。このとき、第1の導波路が直線状に延びていることから、共通送受信ポートから入射した信号光のほとんどが第2の導波路へ導波せずに受信ポートへ達する。従って、共通送受信ポートから信号光を入射している際にも、第2の導波路の送信ポートから信号光を入射することも可能となる。

第2の導波路の送信ポートから入射した光は第1の導波路に向けて導波されて、第1の導波路に結合されて共通送受信ポートまで導波される。このとき、受信ポート側の第1の導波路に対し鋭角で第2の導波路の一端が結合されていることから、受信ポート側へ光は導波されず、第2の導波路により導波された信号光のほとんどが第1の導波路により共通送受信ポートへと導波される。

#### 【0013】

さらに、上記の目的を達成するため、本発明の光送受信モジュールは、光ファイバ、発光素子および受光素子が光導波路を介して結合された光送受信モジュールであって、一端が前記光ファイバに結合され他端が前記受光素子に結合される、直線状に伸びた第1の導波路と、前記受光素子に結合される側の前記第1の導波路に対し鋭角で一端が結合され、他端が前記発光素子に結合される第2の導波路とを有する。

#### 【0014】

前記第1の導波路は、信号光の複数のモードを導波し得る寸法により形成されている。

#### 【0015】

前記第2の光導波路は、前記第1の導波路に結合される一端部の寸法が、前記第1の導波路側ほど小さくなるように形成されている。

#### 【0016】

上記の本発明の光送受信モジュールでは、光ファイバからの信号光が第1の導

波路に入射されると、当該信号光は第1の導波路により導波されて受光素子により受光される。このとき、第1の導波路が直線状に延びていることから、光ファイバから入射した信号光のほとんどが第2の導波路へ導波せずに受光素子に受光される。従って、光ファイバから信号光を入射している際にも、発光素子からの信号光を第2の導波路に入射することも可能となる。

発光素子からの信号光が第2の導波路に入射されると、当該信号光は、第2の導波路により第1の導波路に向けて導波されて、第1の導波路に結合されて光ファイバに向けて導波される。このとき、受光素子に結合される側の第1の導波路に対し鋭角で第2の導波路の一端が結合されていることから、受光素子側へ信号光は導波されず、第2の導波路により導波された信号光のほとんどが第1の導波路により光ファイバ側へと導波される。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の光導波路および光送受信モジュールの実施の形態について、図面を参照して説明する。

#### 【0018】

図1は、本実施形態に係る光導波路を備えた光送受信モジュールの構成の一例を示す平面図である。図2は、図1に示す光導波路のA-A'線における断面図である。

図1に示す本実施形態に係る光送受信モジュールは、シリコン基板やサファイア基板等からなる基板1上に形成された光導波路2と、基板1上に実装された光ファイバ3、受光素子4および発光素子5とを有する。

#### 【0019】

光導波路2には、直線状に延びた第1の導波路コア部（第1の導波路）21と、第1の導波路コア部21に対し角度 $\theta$ で一端が結合された第2の導波路コア部（第2の導波路）22とを有する。図2の断面図に示すように、各導波路コア部21、22は、基板1上に形成されたクラッド部20上に形成され、さらに各導波路コア部21、22を被覆するようにクラッド部23が形成されている。

#### 【0020】

第1の導波路コア部21, 22は、一端が共通送受信ポート21aを構成し、他端が受信ポート21bを構成しており、双方向に信号光を導波する。第1の導波路コア部21は、マルチモード導波路であることが好ましく、例えば $50\mu\text{m}$ 径に形成されている。第1の導波路コア部21がマルチモード導波路部とすることが好ましいのは、斜めに分岐した第2の導波路コア部22から導波された信号光を低損失で結合して共通送受信ポート21aへと導波するためには、径が大きく光を入れやすいマルチモード導波路とすることが好ましいからである。マルチモード導波路とは、信号光の複数のモード（光線の通り方）を導波可能な寸法をもつ導波路と定義する。

#### 【0021】

第2の導波路コア部22は、受信ポート21b側の第1の導波路コア部21に対し角度 $\theta$ で一端が結合されることにより分岐部22aを構成し、他端が送信ポート22bを構成している。第1の導波路コア部21に対して斜めに分岐した第2の導波路コア部22の角度および寸法は、光ファイバ3から導波された信号光が第2の導波路コア部22に導波されないような角度および寸法に規定されている。

#### 【0022】

このための条件として、角度 $\theta$ は鋭角である必要があり、好ましくは、 $5^\circ$ 以上 $60^\circ$ 以下であることが好ましい。このような角度に規定することにより、第1の導波路コア部21の共通送受信ポート21aから導波された信号光の大部分は、直線状の第1の導波路コア部21内を導波して受信ポート21bへと導波される。また、送信ポート22bから導波された信号光は、第1の導波路コア部21に低損失で結合されて導波され、共通送受信ポート21aへと導波される。

#### 【0023】

また、第2の導波路コア部22の分岐部22aにおける寸法、すなわち導波路幅あるいは膜厚は、直線状の第1の導波路コア部21に比べて小さくすることが好ましい。このように分岐部22aにおける導波路幅あるいは膜厚を小さくすることにより、第1の導波路コア部21の共通送受信ポート21aから導波された信号光が第2の導波路コア部22へ導波することが防止される。



## 【0024】

図1に示す例では、必要な角度 $\theta$ に規定し、かつ分岐部22aにおける第2の導波路コア部22の導波路幅あるいは膜厚を小さくしつつ、光の散乱がないように送信ポート22bと連結させるため、第2の導波路コア部22はゆるやかな曲線形状を有している。

## 【0025】

各導波路コア部21, 22は、使用する光に対して吸収がなく、かつクラッド部20, 23よりも使用する光に対する屈折率が高い材料により形成されている。導波路コア部21, 22は、例えばエポキシ樹脂やフッ素化ポリイミド等の高分子材料により形成され、これらに不純物を加えることにより屈折率が調整される。

## 【0026】

クラッド部20, 23は、使用する光に対して吸収がなく、かつ導波路コア部21, 22よりも使用する光に対する屈折率が低い材料により形成されている。クラッド部20, 23は、例えばエポキシ樹脂やフッ素化ポリイミド等の高分子材料により形成され、これらに不純物を加えることにより屈折率が調整される。なお、クラッド部20, 23と導波路コア部21, 22とは、同種材料であっても異種材料であってもよい。

## 【0027】

光ファイバ3は、当該光ファイバ3の端面が第1の導波路コア部21の共通送受信ポート21aと光学的に結合されて、基板1上に搭載されている。光ファイバ3は、マルチモードファイバ又はシングルモードファイバのいずれでもよい。

## 【0028】

受光素子4は、当該受光素子4の受光面が第1の導波路コア部21の受信ポート21bに光学的に結合されて、基板1上に実装されている。受光素子4は、例えばフォトダイオードよりなる。

## 【0029】

発光素子5は、当該発光素子5の発光面が第2の導波路コア部22の送信ポート22bに光学的に結合されて、基板1上に実装されている。発光素子5として

は、半導体レーザであるファブリーペローレーザ (FP-LD) や分布帰還型レーザ (DFB-LD) 等を用いることができる。

#### 【0030】

次に、上記構成の本実施形態に係る光送受信モジュールの動作について、図1を参照して説明する。

#### 【0031】

光ファイバ3から入射した受信信号光は、第1の導波路コア部21の共通入出力ポート21aから受信ポート21bまで第1の導波路コア部21により導波され、受光素子4により受光される。この受光素子4により信号光が電気信号に変換されて、受光素子4に接続された図示しない受信回路に入力される。上記の受信動作において、第1の導波路コア部21により導波された受信信号光は、第2の導波路コア部22および発光素子5へは導波されないことから、同時に発光素子5による送信信号光の送信が可能になる。

#### 【0032】

すなわち、上記の受信動作の際に、発光素子5により発光された送信信号光は、送信ポート22bから分岐部22aまで第2の導波路コア部22により導波され、第1の導波路コア部21に結合し、第1の導波路コア部21により共通送受信ポート21aまで導波され、光ファイバ3に結合される。このとき、受信ポート21b側の第1の導波路コア部21に対して第2の導波路コア部22が上述した鋭角の角度 $\theta$ で交差していることから、送信信号光は受光素子4側には導波されることはなく、受光素子4への受光動作に影響を与えることもない。

光ファイバ3に結合された送信信号光は、光ファイバ3により導波されて外部の光電子回路装置に送られる。なお、上記の受信信号光と送信信号光の波長を変えてもよい。

#### 【0033】

次に、上記の本実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法の一例について、図1および図2を参照して説明する。

#### 【0034】

まず、基板1上にエポキシ樹脂あるいはフッ素化ポリイミド等の高分子材料を

全面に塗布してクラッド部 20 を形成した後に、エポキシ樹脂あるいはフッ素化ポリイミド等の高分子材料をさらに全面に塗布してコア部となる高屈折率層を形成する。クラッド部 20 と高屈折率層の屈折率差は、不純物を含有させて調整する。

#### 【0035】

次に、高屈折率層上にフォトリソグラフィにより所望のパターンをもつレジストを形成し、当該レジストをマスクとして高屈折率層の反応性イオンエッチングを行うことにより、図 1 に示すような形状の第 1 の導波路コア部 21 と第 2 の導波路コア部 22 をパターン形成する。

#### 【0036】

レジストを除去した後に、導波路コア部 21, 22 を覆うようにエポキシ樹脂あるいはフッ素化ポリイミド等の高分子材料を全面に塗布してクラッド部 23 を形成することにより、図 2 に示すように基板 1 上にクラッド部 20, 23 内に埋め込まれた導波路コア部 21, 22 を有する光導波路 2 が形成される。

#### 【0037】

最後に、光ファイバ 3 の端面が第 1 の導波路コア部 21 の共通送受信ポート 21a に光学的に結合されるように、基板 1 上に光ファイバ 3 を搭載する。

また、受光素子 4 の受光面が第 1 の導波路コア部 21 の受信ポート 21b に光学的に結合されるように、受光素子 4 を基板 1 上に実装する。さらに、発光素子 5 の発光面が第 2 の導波路コア部 22 の送信ポート 22b に光学的に結合されるように、発光素子 5 を基板 1 上に実装する。

#### 【0038】

次に、上記の本実施形態に係る光導波路および光送受信モジュールの効果について、説明する。

#### 【0039】

図 3 (a) は、受信動作の際の光導波路による導波光の強度パターンをシュミレーションした導波路形状を示し、図 3 (b) は図 3 (a) に示す光導波路による導波光の強度パターンのシュミレーション結果である。図 3 (a) に示すように、直線状の第 1 の導波路コア部 21 の長さが 7 mm、第 1 の導波路コア部 21

の受信ポート 21b と、第 2 の導波路コア部 22 の送信ポート 22b 間の間隔が  $250\mu\text{m}$  となる光導波路についてシミュレーションした。各導波路コア部 21, 22 は  $50\mu\text{m}$  角とし、クラッド部との屈折率差を 1.5% とした。なお、図 3 (a) および (b) において、X 座標および Z 座標は、光導波路の形状を  $\mu\text{m}$  単位で分割した位置座標を示す。

#### 【0040】

図 3 (b) に示すように、受信動作において、受信信号光の 97.6% が第 1 の導波路コア部 21 の受信ポート 21b に導波され、受信信号光の 0.0015% が第 2 の導波路コア部 22 の送信ポート 22b に導波されており、受信信号光は直線状の第 1 の導波路コア部 21 をほぼ直進していることがわかる。従って、第 1 の導波路コア部 21 に入射した受信信号光は、1.0 dB 以下である 0.10 dB の低損失で受信ポート 21b に導波されていることがわかる。なお、第 2 の導波路コア部 22 へ導波される信号光の強度は、-28 dB でありほとんど導波されないことがわかる。

#### 【0041】

図 4 (a) は、送信動作の際の光導波路による導波光の強度パターンをシミュレーションした導波路形状を示し、図 4 (b) は図 4 (a) に示す光導波路による導波光の強度パターンのシミュレーション結果である。図 4 (a) に示す光導波路は、図 3 (a) に示すものと同じものとしてある。なお、図 4 (a) および (b) において、X 座標および Z 座標は、光導波路の形状を  $\mu\text{m}$  単位で分割した位置座標を示す。

#### 【0042】

図 4 (b) に示すように、送信動作において、第 2 の導波路コア部 22 からの送信信号光の 87.8% が第 1 の導波路コア部 21 に結合されて共通送受信ポート 21a に導波されている。従って、第 2 の導波路コア部 22 からの送信信号光は 1.0 dB 以下である 0.57 dB の低損失で第 1 の導波路コア部 21 に導波されていることがわかる。

#### 【0043】

以上説明したように、本実施形態に係る光導波路および光送受信モジュールに

よれば、一本の光ファイバを用いた同時双方向送受信を波長選択フィルタ等の光学部品を使用することなく、実現することができる。

#### 【0044】

また、光導波路の各導波路コア部 21, 22 は、上述したようにパターンニング等を用いて一括して形成することができ、波長選択フィルタ等の光学部品を挿入する溝もいらなため、低損失な光導波路を歩留り良く作製することができる。これは、波長選択フィルタ等の光学部品を入れる場合には、そこでの光散乱損失や接着強度の信頼性など特性劣化させる要因が多くなるからである。

#### 【0045】

本発明は、上記の実施形態の説明に限定されない。

例えば、基板 1 や、光導波路 2 を構成するクラッド部 20, 23 および導波路コア部 21, 22 を構成する材料には特に限定されず、また、光ファイバ 3 を構成する材料にも特に限定はない。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

#### 【0046】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、他の光学部品を用いずに、送信と受信との同時動作を行うことができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本実施形態に係る光導波路を備えた光送受信モジュールの構成の一例を示す平面図である。

##### 【図 2】

図 1 に示す光導波路の A-A' 線における断面図である。

##### 【図 3】

図 3 (a) は、受信動作の際の光導波路による導波光の強度パターンをシュミレーションした導波路形状を示し、図 3 (b) は図 3 (a) に示す光導波路による導波光の強度パターンのシュミレーション結果である。

##### 【図 4】

図 4 (a) は、送信動作の際の光導波路による導波光の強度パターンをシュミレーションした導波路形状を示し、図 4 (b) は図 4 (a) に示す光導波路による導波光の強度パターンのシュミレーション結果である。

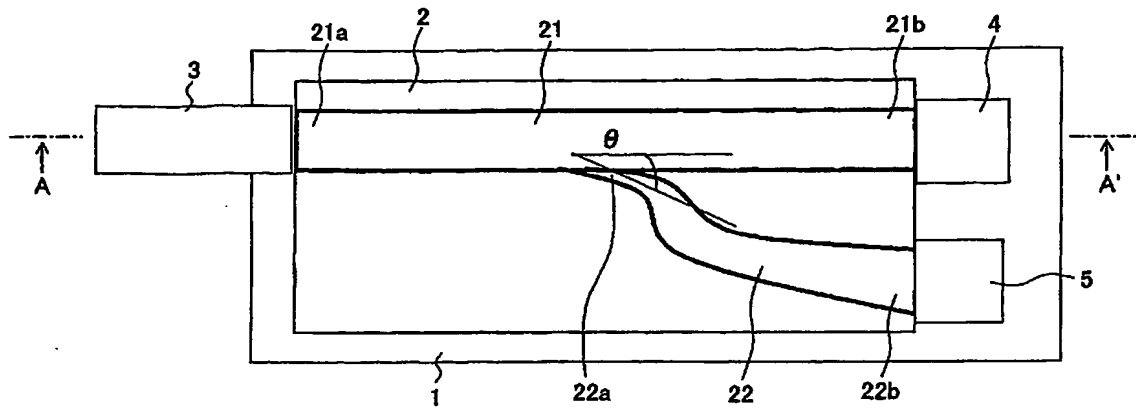
【符号の説明】

1…基板、2…光導波路、3…光ファイバ、4…受光素子、5…発光素子、20…クラッド部、21…第1の導波路コア部、21a…共通送受信ポート、21b…受信ポート、22…第2の導波路コア部、22a…分岐部、22b…送信ポート、23…クラッド部。

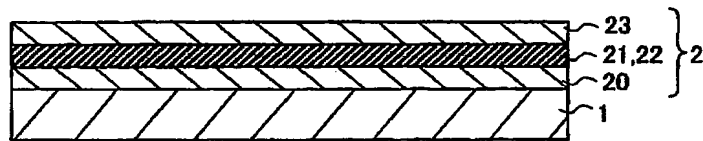
【書類名】

図面

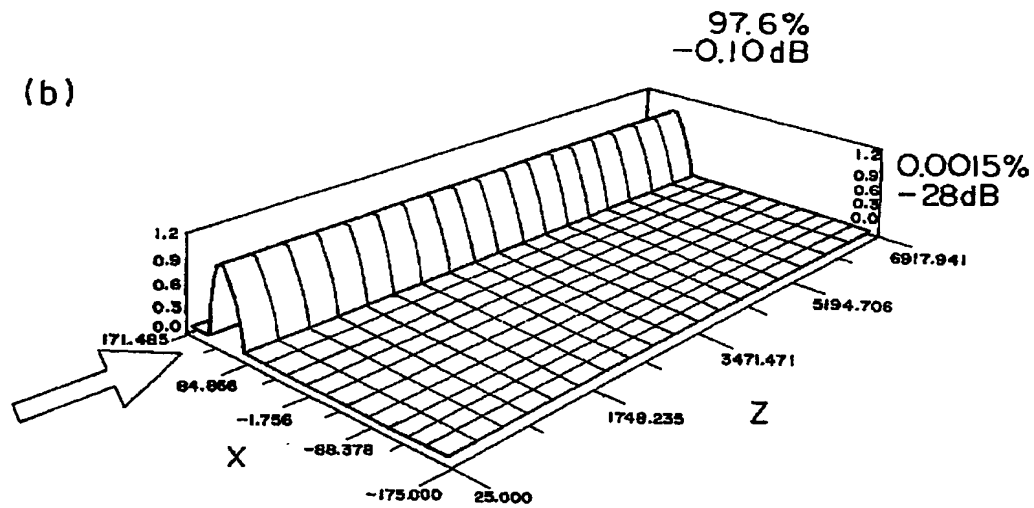
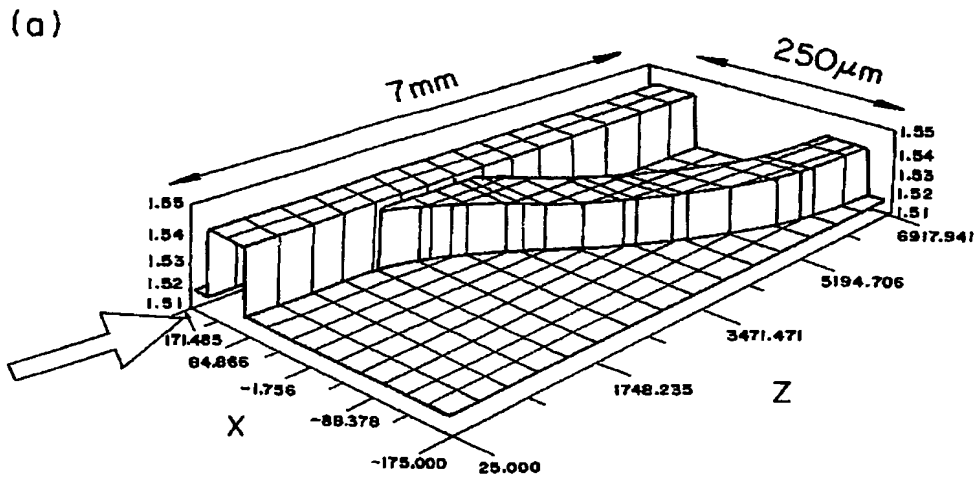
【図 1】



【図 2】

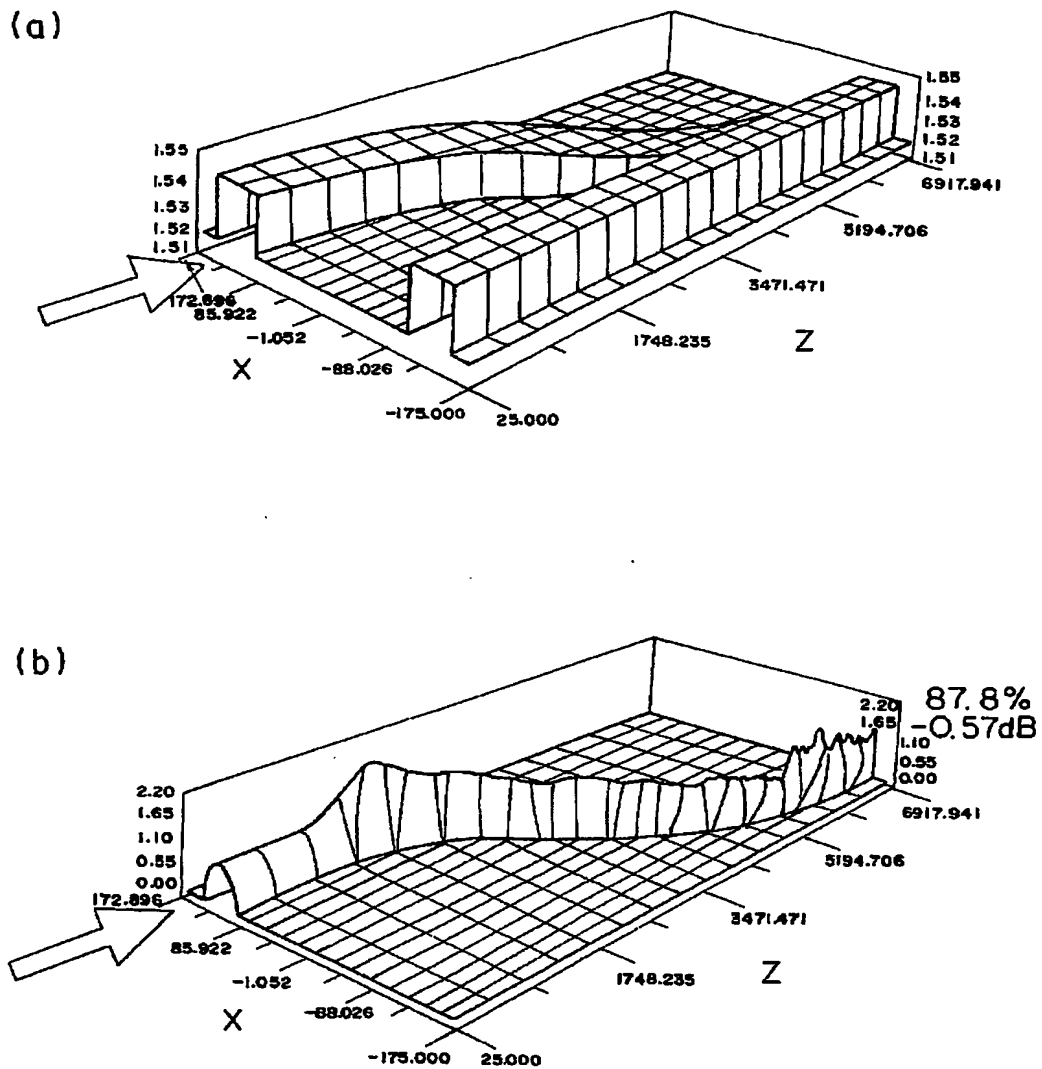


【図 3】





【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】他の光学部品を用いずに、送信と受信との同時動作を行うことが可能な光導波路および光送受信モジュールを提供する。

【解決手段】直線状の第1の導波路21の一端が光ファイバ3に結合され他端が受光素子4に結合されている。そして、受光素子4に結合される側の第1の導波路21に対し鋭角 $\theta$ で一端が結合され、他端が発光素子5に結合される第2の導波路22が設けられている。この第2の導波路22の形状を制御することにより、光ファイバ3からの受信信号光は第2の導波路22に導波されることなく、受光素子4に受光される。従って、受信動作と同時に送信動作が可能となる。すなわち、発光素子5からの送信信号光が第2の導波路22に入射されると、当該信号光は、第2の導波路22により第1の導波路21に向けて導波されて、第1の導波路21に結合されて光ファイバ3に向けて導波される。

【選択図】 図1

特願 2003-021490

出願人履歴情報

識別番号

[000002185]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名

ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**